

Digestão Anaeróbia de Resíduos Vegetais com Baixa Concentração de Sólidos em Reator Compartmentado

Wellington R. Silva¹
Valderi D. Leite^{1,*}
José T. de Sousa¹
Wilton S. Lopes¹
Aldre J. M. Barros²

Resumo

No Brasil, os resíduos sólidos de origem vegetal e animal, respondem em termos quantitativos por 55%, dos resíduos sólidos urbanos. A digestão anaeróbia é uma importante alternativa para o tratamento de resíduos com elevadas concentrações de materiais orgânicos putrescíveis, haja vista incorporar baixos custos operacionais e produzir fonte limpa de energia. O aparato experimental deste trabalho era constituído de um reator anaeróbio compartmentado, unidade de trituração de resíduos sólidos e dispositivos complementares. A massa de resíduos era constituída por dez diferentes tipos de resíduos vegetais, coletados em centrais de abastecimento, transportado para o laboratório e submetidos as operações de trituração e peneiramento. A eficiência de bioestabilização da massa de DQO foi de 54,1% ,propiciando taxa de produção de metano de 0,13LCH₄ . g⁻¹DQO alimentada. Considerando-se a expressiva massa de material carbonáceo no substrato, a taxa de produção de gás metano foi relativamente baixa, frente ao tempo de monitoração de cinquenta dias.

Palavras –chave: Tratamento anaeróbio conjugado, resíduos sólidos; potencial energético.

Abstract

Waste Anaerobic Digestion Plant with Low Concentration of Solids Reactor Compartmented. In Brazil, the solid wastes of plant and animal origin , account quantitatively for 55 % of municipal solid waste. Anaerobic digestion is an important alternative for the treatment of waste with high concentrations of putrescible organic materials , considering incorporating low operating costs and produce clean energy source . The experimental apparatus of this work consisted of an anaerobic baffled reactor and unit shredding solid waste and ancillary equipment . The waste mass was composed of ten different types of wastes collected in central supply , transported to the laboratory and subjected to grinding and screening . The efficiency of biostabilization the mass of COD was 54.1 % , providing methane production rate of 0.13 LCH₄ . g⁻¹COD . Considering the significant mass of carbonaceous material on the substrate, the production rate of methane was relatively low , compared to the time monitoring fifty days. Keywords: combined anaerobic treatment , solid waste, energy potential .

Introdução

Os resíduos sólidos orgânicos fermentáveis constituem parte bastante expressiva dos resíduos sólidos urbanos, dos resíduos sólidos rurais ou agrícolas, de alguns tipos de resíduos industriais e resíduos provenientes de estações de tratamento de esgoto doméstico (ETEs), da coleta e processamento de resíduos de áreas urbanas, como restos de alimentos, papel, papelão, cortes de gramado, podas de árvores, resíduos gerados nas indústrias de alimentos e atividades agrícolas em geral (LEITE,et al, 2009)

Segundo ZHU et al. (2009), a fração orgânica fermentável dos resíduos sólidos urbanos é degradada naturalmente com o passar do tempo, quando depositada em aterros sanitários, produzindo vários tipos de gases, inclusive

aqueles responsáveis pelo efeito estufa, além de propiciar significativa concentração de material orgânico e nitrogenado no lixiviado gerado. Atualmente, os processos de tratamento mais utilizados para fração orgânica fermentável presente nos resíduos sólidos urbanos são a compostagem aeróbia , quando se deseja a produção de composto orgânico e a digestão anaeróbia, objetivada para produção de energia (GÓMEZ, 2006).

Estima-se que no Brasil, os resíduos sólidos orgânicos fermentáveis constituem em média 55% (percentual em peso), dos resíduos sólidos urbanos produzidos. Esse material orgânico quando destinado em aterro controlado ou aterro sanitário gera lixiviado, que é responsável pela contaminação dos corpos

¹Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, CCT, Universidade Estadual da Paraíba, Phone: +55-83-33153333, Fax: +55-83-33153356, 58109-970, Campina Grande – PB, Brasil. *E-mail: valderileite@uol.com.br

²Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento, CDSA, Universidade Federal de Campina Grande, Phone: +55-83-33531850, Fax: +55-83-33531873, 58540-000, Sumé, PB, Brasil. E-mail: aldrejmb@ufcg.edu.br

aquáticos e do solo, o qual apresenta elevada concentração de DQO e, em muitos casos, dependendo do tipo de resíduo, a presença de metais pesados. Na Tabela 1 são apresentados

dados percentuais relativos à fração orgânica fermentável presente nos resíduos sólidos urbanos de seis cidades brasileiras.

Tabela 1 Dados percentuais da matéria orgânica fermentável presente nos resíduos sólidos urbanos.

Cidades/ MOP*	Campina Grande (PB)	Caxias do Sul (RS)	Porto Alegre (RS)	Ouro Preto (MG)	Vitória (ES)	Criciúma (SC)
Matéria Orgânica Putrescível	56,8%	58,8%	41,9%	53,7%	53,1%	45,2%

Pode-se observar que os dois maiores percentuais de matéria orgânica putrescíveis foram observados nas cidades de Caxias do Sul-RS e Campina Grande-PB, indicando que o tratamento de tais resíduos pode ser possível em função de sua disponibilidade.

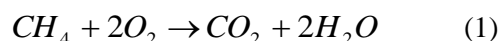
Os resíduos sólidos vegetais, mais especificamente resíduos de frutas e verduras são provenientes de atividades desenvolvidas em feiras livres, supermercados e centrais de abastecimento. Segundo BOUALLAGUI (2005) o percentual de matéria orgânica nos resíduos sólidos vegetais alcança o patamar de 87% expresso em termos de STV (sólidos totais voláteis), percentual médio de 75% de açúcares, 9% de material celulósico e 5% de lignina.

Segundo CUETOS et al. (2008), a digestão anaeróbia de resíduos orgânicos tem sido apresentada como uma tecnologia amplamente utilizada e eficiente no tratamento de destes resíduos, resultando na produção de energia renovável a partir da geração do biogás. Atualmente, a digestão anaeróbia é considerada como uma importante alternativa para o tratamento de diferentes tipos de resíduos, com elevadas concentrações de material orgânico, devido aos baixos custos operacionais e oferecer alternativa para substituição de combustíveis fósseis, minimizando a emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa (TICM, 2007).

A digestão anaeróbia de compostos orgânicos é, normalmente, dada em dois estágios: no primeiro estágio atuam bactérias anaeróbias e facultativas, denominadas formadoras de ácidos. No segundo estágio atuam bactérias estritamente anaeróbias, as quais convertem os ácidos orgânicos em produtos finais gasosos como metano e gás carbônico (LOPES, et al, 2004)

Segundo Fuentes et al. (2008), compostos orgânicos complexos do tipo carboidratos, lipídios e proteínas são convertidos em outros compostos mais simples, principalmente, ácidos voláteis.

No entanto, a digestão anaeróbia de resíduos orgânicos é um processo microbiano de flora mista, onde a matéria orgânica, em ausência de oxigênio molecular livre, é convertida a gases constituídos predominantemente de metano e dióxido de carbono (MASSEY, M. L; POHLAND, F.G 1978). No processo da biodigestão anaeróbia, onde ocorre à conversão da matéria orgânica em ausência de oxigênio molecular livre, são utilizados como aceptores finais de elétrons íons do tipo NO_3^- , resultando na redução de nitrato a nitrogênio molecular; SO_4^{2-} , na redução de sulfato a gás sulfídrico (H_2S) e CO_2 reduzindo-se a metano RAPOSO, et al, 2011). Não é possível a produção de metano em ambientes onde se encontra exclusivamente oxigênio, nitrato ou sulfato funcionando prontamente como aceptores finais de elétrons. A estequiometria do processo de oxidação do metano é apresentada na Equação 1



Considerando-se a estequiometria da Equação (1), verifica-se que um mol de metano requer dois moles de oxigênio para ser oxidado a dióxido de carbono e água. Portanto, para cada 16g de metano produzido, serão removidas 64 g de DQO do material orgânico, o que corresponde a 0,25gO₂/gDQO. Nas condições normais de temperatura e pressão, o valor corrigido para a produção de metano passa a ser de 0,35 L de CH₄/gDQO degradada. O objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de bioestabilização anaeróbia de resíduos sólidos vegetais em reator anaeróbio compartimentado.

Material e Métodos

Para realização da parte experimental deste trabalho de pesquisa, foi construído, instalado e monitorado um sistema experimental constituído basicamente de um reator anaeróbio compartimentado com mistura completa, unidade

de trituração de resíduos sólidos vegetais, caixa para armazenamento de substrato e demais outros dispositivos complementares. O sistema experimental foi instalado nas dependências físicas da EXTRABES (Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários da UEPB).

Os resíduos sólidos vegetais utilizados para preparação substrato eram constituídos por resíduos de frutas e verduras e foram coletados na EMPASA (Empresa Paraibana de Alimentos e Serviços Agrícolas), localizada na cidade de Campina Grande-PB.

Os resíduos foram coletados em sacos plásticos e transportados para o pátio da EXTRABES, onde foram processados para alimentação do reator.

Após os procedimentos de coleta e caracterização física, os dez diferentes tipos de resíduos sólidos vegetais foram submetidos ao processo de trituração, utilizando-se o aparelho triturador de resíduos sólidos orgânicos marca Trapp-TR 2000.

Após o processo de trituração, obteve-se um resíduo de consistência pastosa, o qual foi submetido ao processo de peneiramento em peneira de 3,3 mm de malha. Os resíduos sólidos vegetais utilizados foram: tomate, pepino, banana, cenoura, manga, melão, melancia, jerimum, goiaba, maracujá, laranja e melão e após os processos de trituração e peneiramento, tornou-se em massa pastosa, conforme pode ser observado na Figura 1.



Figura 1. Visão geral do de resíduo utilizado na alimentação do reator..

Objetivando-se fornecer estabilidade ao processo de bioestabilização dos resíduos sólidos vegetais, foi realizado a inoculação do reator antes da alimentação. O inóculo utilizado foi lodo anaeróbio, advindo do processo de bioestabilização de resíduos sólidos vegetais e foi aplicado um quantitativo equivalente a 5% (percentagem em volume), do volume total do reator. Na Figura 2 apresenta-se uma ilustração do

lodo anaeróbio utilizado para inoculação do reator.



Figura 2. Visão geral do lodo anaeróbio utilizados para inoculação do reator.

Na Figura 3 apresenta-se o desenho esquemático do sistema experimental, constituído basicamente por um reator anaeróbio de batelada com mistura completa, dispositivo para alimentação do resíduo ao reator e dispositivo para coleta do resíduo efluente do reator.

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros operacionais aplicados ao reator anaeróbio compartimentado de mistura completa.

O reator anaeróbio de compartimentado de mistura completa é constituído de uma câmara de reação, de uma câmara para armazenamento do biogás produzido (head – space), de uma pequena câmara na base inferior do reator destinada para armazenamento de resíduo biestabilizado e de um sistema de agitação mecânica com velocidade de agitação de 75rpm. O sistema de agitação era acionado por um motor elétrico de 0,5 Hp – 380 V, que se conectava aos agitadores por um sistema de polias conectadas as correias. O motor era ligado/desligado por um temporizador que foi programado para cada período de três horas e meia acionar o motor por meia hora. A geometria do reator é de formato retangular de base quadrada e foi construído com placas de vidro de 8 mm de espessura e assentado em uma estrutura metálica regulável.

O monitoramento do processo de bioestabilização da massa de resíduos sólidos vegetais foi realizado na massa afluente, efluente e no biogás produzido durante o período de bioestabilização anaeróbia. Os parâmetros monitorados, freqüências, métodos e as referências de todas as análises são apresentados na Tabela 3

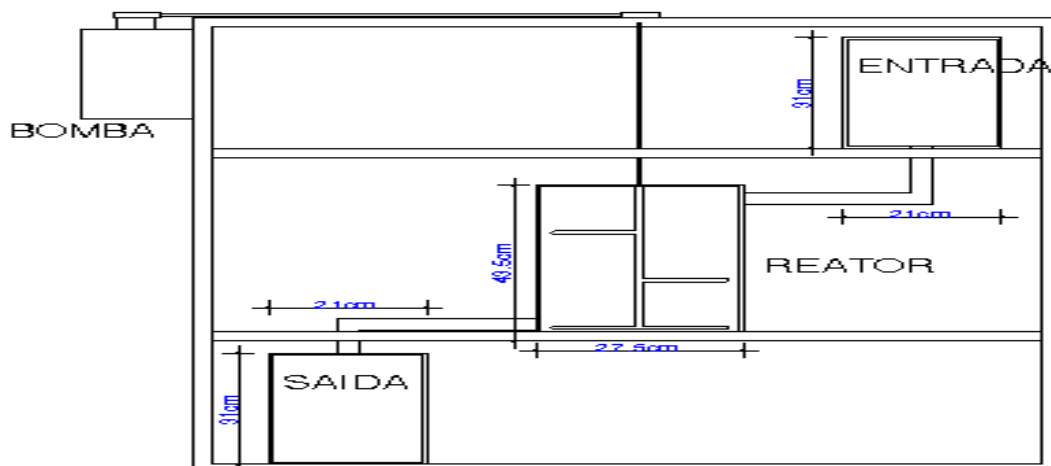


Figura 3. Desenho esquemático do sistema experimental

Tabela 2. Parâmetros operacionais aplicados ao reator anaeróbio compartimentado.

Parâmetro	V _R (L)	Altura(cm)	Comprimento(cm)	Largura (cm)	V _B (L)
Capacidade	25	40	25	25	5

Tabela 3. Parâmetros analisados, frequências de coletas, métodos analíticos e as respectivas referências utilizadas para as análises das frações semi-sólida e gasosa.

Frações	Parâmetros	Frequência	Métodos	Referências
Fração semi-sólida	ST e frações (g/L)	semanal	Gravimétrico	APHA, (2005)
	COT (g/L)	semanal	Gravimétrico	Golueke, (1977)
	DQO _t (gO ₂ /l)	Semanal	Titulométrico	APHA,(2005)
	DQO _s (g O ₂ /l)	Semanal	Titulométrico	APHA,(2005)
	P. Total (mg/L)	Semanal	Espectrofotométrico	APHA,(2005)
	P. Orto (mg/L)	Semanal	Espectrofotométrico	APHA,(2005)
	NTK (g/L)	Semanal	Micro Kjeldahl	APHA,(2005)
	N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	Semanal	Micro Kjeldahl	APHA,(2005)
	NO ₂ ⁻ (mg/L)	Semanal	Espectrofotométrico	APHA,(2005)
	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Semanal	Espectrofotométrico	APHA,(2005)
	Sulfato (mg/L)	Semanal	Espectrofotométrico	APHA,(2005)
	Sulfeto (mg/L)	Semanal	Titulométrico	APHA,(2005)
	pH	2x por semana	Potenciométrico	APHA,(2005)
	AT (g CaCO ₃ /L)	2x por semana	Potenciométrico	APHA(2005)
AGV (g H-Ac./L)	2x por semana	Potenciométrico	APHA(2005)	
Fração gasosa	CH ₄ (%)	2x por semana	Cromatográfico	CG-35
	CO ₂ (%)	2x por semana	Cromatográfico	CG-35

N ₂ (%)	2x por semana	Cromatográfico	CG-35
Biogás produzido	Semanal	Instrumental	LAO-G1

Resultados e Discussão

Na Tabela 4 são apresentados os dados advindos da caracterização química dos diferentes tipos de resíduos vegetais utilizados para preparação da massa utilizada na alimentação do reator. Analisando os dados apresentados na Tabela 4, pode ser observado que todos os resíduos vegetais apresentaram característica de fortemente ácida para ligeiramente ácida, com valores de pH variando de 2,8 no caso do maracujá, para 6,3, que foi o pH da cenoura. Em relação a presença de matéria orgânica, no caso específico desta caracterização expressa em termos de DQO, a que apresentou maior concentração de DQO foi a banana, com concentração média de 244,9g/L, enquanto que o pepino apresentou concentração de DQO de 35,3g/L, valor inferior aos dos demais

resíduos estudados neste trabalho. A concentração de NTK nos diferentes tipos de resíduos vegetais utilizados variou de 0,65 a 2,01g.L⁻¹, propiciando relação C/N variando de 16,8 a 68,6. Neste trabalho a relação média de C/N na massa de resíduos vegetais utilizados na alimentação do reator foi de 50, haja vista as significativas diferenças das concentrações de NTK entre os 10 tipos de resíduos vegetais, o que pode ter contribuído para o retardamento do processo de bioestabilização anaeróbia. Pode ser constatada ainda concentração de fósforo total variando de 90 a 226mg.L⁻¹ e que desta concentração mais de 80% correspondia a ortofosfato. A concentração de sulfato variou de 3,3 a 392,5 mg.L⁻¹ o que denota a grande variação da concentração das espécies químicas presentes nos resíduos vegetais descartados geralmente em centrais de abastecimento e feiras livres.

Tabela 4. Dados da caracterização química dos diferentes resíduos vegetais utilizado para preparação da massa que foi utilizada na alimentação do reator.

Tipos de Resíduos/ Parâmetros										
	Tomate	Pepino	Banana	Manga	Melão	Mamão	Melancia	Goiaba	Maracujá	Laranja
pH	4,08	4,94	4,81	4,64	5,65	4,46	5,10	3,37	2,82	3,47
AT(g/L) (((g/L(gCaCO ₃ /L)	0,10	0,23	0,51	0,19	0,78	0,15	0,18	0,03	0,02	0,03
AGV (g-Ac/L)	0,81	4,67	1,46	0,70	0,65	1,49	0,16	1,09	2,04	1,20
DQO _t (g/L)	79,40	35,27	244,94	296,23	71,91	135,39	53,54	80,50	77,13	142,55
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	229,8	313,1	3,3	170,1	271,5	328,8	242,3	392,5	335,8	129,9
S ²⁻ (mg/L)	214,0	52,7	216,3	192,3	266,7	319,0	101,3	298,0	223,7	442,7
ST (%)	5,40	8,85	26,03	18,71	6,96	12,62	5,45	16,53	12,55	20,13
STV (%)	64,86	84,99	60,70	88,05	74,16	71,87	80,59	81,52	88,84	80,31
STF (%)	35,14	15,01	39,30	11,95	25,84	28,13	19,41	18,48	11,16	19,69
TU (%)	94,60	91,15	73,97	81,29	93,04	87,38	94,55	83,47	87,45	79,87
COT (%)	36,0	47,2	33,7	48,9	41,2	39,9	44,8	45,3	49,4	44,6
PT (mg/L)	157,9	177,7	226,8	121,8	228,1	133,9	111,8	90,0	104,4	104,2
P. Orto (mg/L)	147,9	119,7	202,4	78,9	211,0	117,5	107,8	81,3	99,9	98,7
NTK (g/L)	1,15	1,24	2,01	0,84	2,15	0,65	0,71	1,26	1,47	0,65
Relação C/N	31,3	38,1	16,8	58,2	19,2	61,4	63,1	35,9	33,6	68,6
N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	144,7	177,3	158,3	81,3	248,7	154,3	104,7	84,0	169,3	195,3

Analisando-se os dados apresentados na Tabela 5, pode ser constatado que a massa de resíduos vegetais, continha percentual de 7,5% de sólidos totais (concentração de $75,4\text{g.L}^{-1}$), o que caracteriza um resíduo bastante concentrado quando comparado com águas residuárias domésticas. Em se tratando de resíduo com percentual de sólidos totais 75 vezes superior ao de águas residuárias domésticas, as concentrações de SST e de SSV foram de 130 e 42 vezes respectivamente superiores as normalmente apresentadas por águas residuárias domésticas e relação COT/NTK/PT igual a 30,7/1,1/0,5, denotando que a massa é constituída por material orgânico e nutrientes com significativo potencial de aproveitamento no processo de bioestabilização anaeróbia.

Algumas questões precisam ser melhor observadas em relação aos sólidos em suas principais frações, haja vista a necessidade de se estabelecer um intervalo de tempo suficientemente necessário para o processo de bioestabilização do material orgânico presente nos resíduos sólidos vegetais. No caso específico da massa de resíduos vegetais utilizada neste trabalho, a relação STV/ST foi de 73% e a relação SST/ST foi de 63%, valores estes bem superiores aos normalmente encontrados em águas residuárias domésticas..

Na Tabela 6 são apresentadas as magnitudes dos dados de pH, alcalinidade total (AT), ácidos graxos voláteis (AGV) e a relação estabelecida entre AGV/AT do material efluente do reator anaeróbio compartimentado durante todo o período de monitoração.

Analisando-se os dados apresentados na Tabela 6, pode ser constatado que durante o período de monitoração que foi de 50 dias, não ocorreu variação significativa nos valores do pH. Com relação a concentração de alcalinidade total, observou-se variação de 9,2 a $15\text{mgCaCO}_3/\text{L}$ e que tal variação poderá estar associada ao processo de hidrólise do material orgânico e nitrogenado presente na composição química da massa de resíduos vegetais. Como o processo de hidrólise, libera para o meio espécies químicas responsáveis pela geração de alcalinidade total e de ácidos graxos voláteis, não foi identificada substanciais variações nas relações estabelecidas entre AGV/AT, denotando que não houve tempo

suficiente para formação de significativa concentração de alcalinidade a bicarbonato e a consequente elevação do pH.

Na Figura 4 são apresentados os perfis temporais das concentrações de DQO total e

solúvel e de sólidos totais e sólidos totais voláteis afluente e efluente do reator anaeróbio compartimentado durante o período de monitoração.

Na massa de resíduo alimentada ao reator, a concentração de DQO total era de 170g.L^{-1} e foi sendo reduzida gradativamente ao longo do período de monitoração para 90g.L^{-1} em um período de 50 dias, propiciando eficiência de redução de 54,1%. Quanto a concentração da DQO solúvel, a eficiência média de redução foi de 54%, não apresentando diferença significativa em relação a concentração de DQO total. Da massa de DQO total, 74% (percentagem em peso) corresponde a massa de DQO solúvel o que contribui positivamente para o processo de bioestabilização e o consequente aumento do potencial energético.

Segundo Gonçalves (2005), o desempenho de reatores anaeróbios tratando resíduos sólidos orgânicos, poderá ser função do tempo de retenção de sólidos e das características operacionais aplicadas ao reator. Com relação às concentrações de sólidos totais e de sólidos totais voláteis, conforme se observa na Figura 4, o processo apresentou tendência de redução durante todo o período de monitoramento.

As concentrações médias de sólidos totais e de sólidos totais voláteis da massa de resíduos alimentada ao reator foram de 66,1 e 40,3 g/L, atingindo-se eficiência de remoção de 20,2% e 41,9%, respectivamente. A taxa de produção de gás metano foi de $0,13\text{LCH}_4.\text{g}^{-1}$ de DQO alimentada, que pode ser considerada relativamente baixa, haja vista a complexa composição química dos resíduos vegetais e o tempo de bioestabilização ter sido de apenas 50 dias.

Conclusões

Analisando-se os dados deste trabalho, pode-se concluir que:

- No Brasil parcela significativa de resíduos sólidos vegetais são desperdiçados em Centrais de Abastecimento e que não têm sido aproveitada de maneira racional.

- Dos doze diferentes tipos de resíduos vegetais estudados neste trabalho, o pH variou de 2,8 a 5,6, denotando características de fortemente ácida para moderadamente ácida, o que dificulta a aplicação destes resíduos no processo de bioestabilização quer seja via aeróbia ou anaeróbia.

Na Tabela 5 são apresentados as magnitudes de determinados parâmetros químicos advindos da caracterização da massa de resíduos vegetais.

Tabela 5. Magnitude de alguns parâmetros químicos da massa de resíduos vegetais.

Parâmetros	TU (%)	pH	ST (g/L)	STV (g/L)	SST (g/L)	DQO (g/L)	NTK (g/L)	PT (g/L)	SO ₄ ²⁻ (g/L)	NH ₄ ⁺ (g/L)
Magnitudes	92,5	5,8	75,4	55,4	51,6	169,2	1,1	0,51	0,48	0,27

TU : teor de umidade; ST: sólidos totais;STV: sólidos totais voláteis; SST: sólidos suspensos totais; DQO:demanda química de oxigênio; NTK; nitrogênio total Kjeldahl; PT:fósforo total.

Tabela 6. Magnitude dos dados de pH, AT, AGV e relação AGV/AT do efluente do reator.

Tempo ((dias)	pH	AT (g CaCO ₃ /L)	AGV (gH-Ac./L)	AGV/ AT
0	5,8	9,2	10,1	1,1
2	5,5	9,7	11,4	1,2
5	5,5	9,0	11,6	1,3
10	5,3	10,2	12,8	1,3
15	5,2	9,5	12,9	1,4
20	5,0	9,7	14,6	1,5
25	5,0	9,9	13,8	1,4
30	5,0	9,9	13,2	1,3
35	5,1	9,7	12,5	1,3
40	5,0	9,5	14,5	1,5
45	4,9	10,8	11,5	1,1
50	5,2	15,0	14,6	1,0

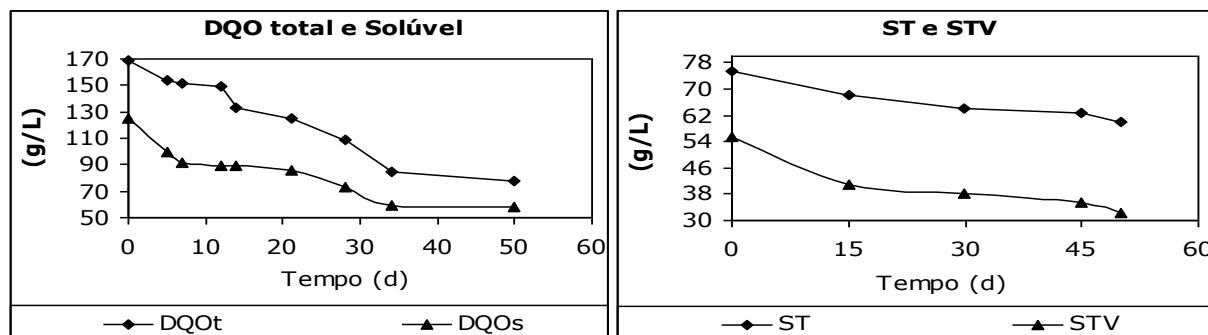


Figura 4. rems temporais das concentrações de DQO total e solúvel e de sólidos totais e sólidos totais voláteis.

- Os resíduos vegetais estudados neste trabalho, apresentaram elevada concentração de material carbonáceo expresso em termos de DQO o que poderá contribuir positivamente para produção de energia renovável, desde que alguns ajustes operacionais sejam realizados.

- Frente as características físico e químicas dos resíduos vegetais pesquisados neste trabalho, será necessário um tempo de bioestabilização anaeróbia bem mais expressivo, para que o potencial energético possa ser extraído dentro de uma relação custo/benefício favorável.

- No caso específico deste trabalho, 1m³ de resíduos vegetais com concentração de DQO igual a 169g/L, considerando a eficiência do reator igual a 80% , a produção de CH₄ seria de aproximadamente 47m³, nas CNTP.

Portanto, os resíduos vegetais quando submetidos ao processo de tratamento anaeróbio, poderão propiciar um significativo potencial energético, além do composto parcialmente bioestabilizado que poderá ser aplicado como agente condicionador de solo.

Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem ao CNPq pelo suporte financeiro concedido em termo de rubrica de capital, custeio e bolsa de estudo. Outrossim, agradecemos ao pessoal técnico da EXTRABES pela constante colaboração nas atividades laboratoriais de rotina.

Referências Bibliográficas

- APHA, AWWA, WPCF. 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18.ed. Washington, p.1193.
- BOUALLAGUI, H. 2005. Bioreactor performance in anaerobic digestion of fruit and vegetable wastes. *Process Biochemistry*, 40: 989.
- CUETOS, M.J., FÓMEZ, S., OTERO, M., MORÁN, A. 2008. Anaerobic Digestion solid slaughterhouse waste (SHW) at Laboratory Scale: Influence of Co-digestion With the Organic Fraction of Municipal Solid Waste (OFMSW). *Biochemical Engineering Journal* 40 99-106.
- FUENTES, M., SCENNA, N., AGUIRRE, P. A. MUSSATI, M. C. 2008. Application of Two Anaerobic Digestion Models to Biofilm Systems. *Biochemical Engineering Journal*. 38:259- 269.
- GÓMEZ, X. 2006. Anaerobic co-digestion of primary sludge and the fruit and vegetable fraction of the municipal solid wastes – Conditions for mixing and evaluation of the organic loading rate, *Renewable Energy* 31: 2.017.
- GONÇALVES, S.C. 2005. Efeito da agitação mecânica na co-digestão anaeróbia de resíduos sólidos orgânicos. Fortaleza, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Hidráulica e Saneamento, UFC. Dissertação de mestrado, 86p.
- LEITE, V.D.; SOUSA, J.T.; LOPES, W.S.; PRASAD. S. 2002. Perfil Quali/quantitativo dos Resíduos Sólidos Urbanos no Estado da Paraíba. VI Seminário Nacional de Resíduos Sólidos. Gramado - RS.
- LEITE, V. D.; Lopes, W. S.; Sousa, J. T.; Prasad, S.; Silva, S. A., 2009. Tratamento Anaeróbio de Resíduos Sólidos Orgânicos com Alta e Baixa Concentração de Sólidos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande – PB.
- LOPES, W.S., LEITE, V.D., PRASAD, S. 2004. Influence of inoculum on performance of anaerobic reactors for testing municipal solid waste. *Bioresource. Technology*: 94, 261-266.
- MASSEY, M.L.; POHLAND, F.G. 1978. Phase separation of anaerobic stabilization by kinetic controls. *J. Water pollut. Control. Fed.* 50:2204.
- RAPOSO, F.; DE LA RUBIA, M. A.; FERNÁNDEZ-CEGRÍ, V.; BORJA, R. 2011. Anaerobic Digestion of Solid Organic Substrates in Batch Mode: An Overview relating to Methane Yields and Experimental Procedures, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, p.861–877.
- TICM, Spanish Ministry of Tourism, Trade and Industry, 2007. Spanish Royal Decree R.D. 661/2007, de 25 de Mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica régimen especial. BOE 126, 22846–22886 (in Spanish).
- ZHU, B.; CIKAS, P.; ZHANG.; LORD, J.; JENKINS, B.; LI, X. 2009. Characteristics and biogas Production Potential of Municipal Solid Wastes Pretreated with a Rotary Drum Reactor. *Bioresource Technology* 100, 1122–1129.